

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-198610

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/0683

H01L 31/10

H01S 5/022

(21)Application number : 2000-392750

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.12.2000

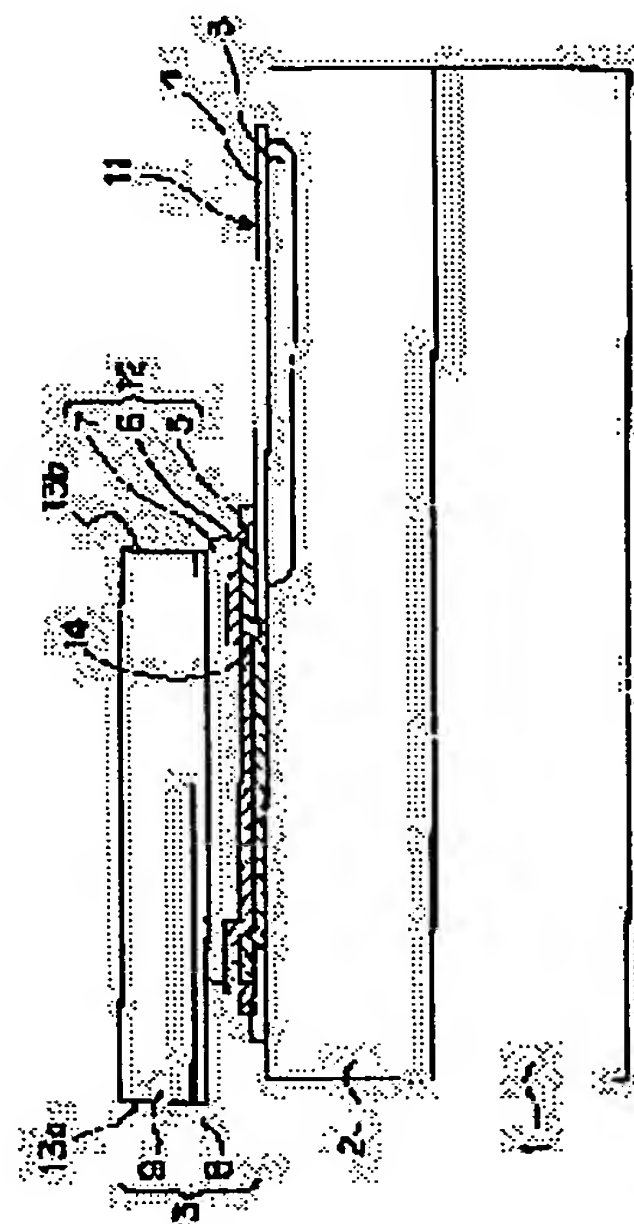
(72)Inventor : OKADA MASATAKE

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device for preventing the thermal breakdown of a laser chip, and to provide the method of manufacturing the semiconductor device.

SOLUTION: A red laser diode 13 is die-bonded to a silicon sub-mount photodiode chip 11 having an insulating film 4 on the surface. By receiving light emitted from a rear surface 13b of the red laser diode 13 by the silicon sub-mount photodiode chip 11, the output of light being emitted from a front 13a of the red laser diode 13 is monitored. A hole 14 that is located under an electrode 12 for die-bonding the red laser diode 13 to the silicon sub-mount photodiode chip 11 is provided at the insulating film 4 of the silicon sub-mount photodiode chip 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3689637

[Date of registration]

17.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁（J P）(12) 公 開 特 許 公 報（A）(11)特許出願公開番号
特開2002－198610
（P2002－198610A）
(43)公開日 平成14年 7 月12日 (2002. 7. 12)

(51)Int.Cl.⁷識別記号F Iテーマコード* (参考)
H 0 1 S 5/0683H 0 1 S 5/06835 F 0 4 9
H 0 1 L 31/105/0225 F 0 7 3
H 0 1 S 5/022H 0 1 L 31/10A

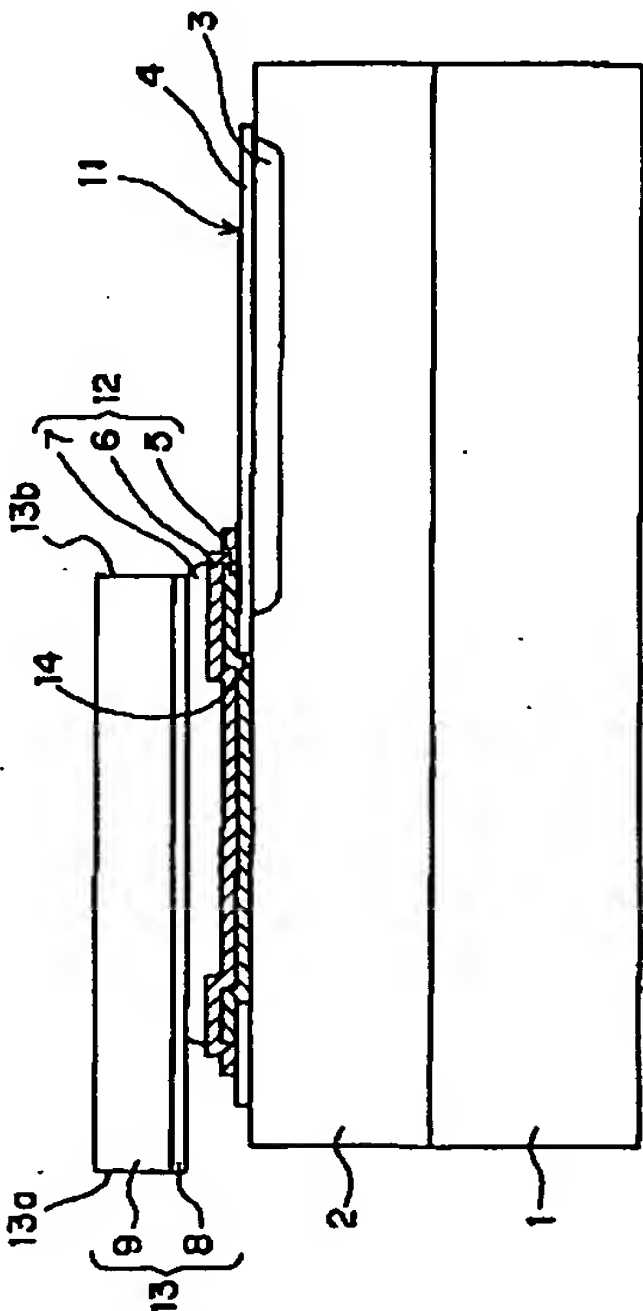
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L （全 10 頁）

(21)出願番号特願2000－392750(P2000－392750)
(22)出願日平成12年12月25日 (2000. 12. 25)

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者 岡田 正剛
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(74)代理人 100062144
弁理士 青山 葆（外 1 名）
Fターム(参考) 5F049 MB03 NB08 PA09 QA04 SS02
WA03
5F073 BA05 CB22 CB23 EA28 FA02
FA13 FA22

(54)【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57)【要約】
【課題】 レーザチップの熱破壊を阻止することができる半導体装置およびその製造方法を提供する。
【解決手段】 表面に絶縁膜 4 を有するシリコンサブマウントフォトダイオードチップ 1 1 上に、赤色レーザダイオード 1 3 がダイボンドされている。赤色レーザダイオード 1 3 の後面 1 3 b から出射された光をシリコンサブマウントフォトダイオードチップ 1 1 で受光することにより、赤色レーザダイオード 1 3 の前面 1 3 a から出射される光の出力をモニターする。シリコンサブマウントフォトダイオードチップ 1 1 の絶縁膜 4 には、赤色レーザダイオード 1 3 をシリコンサブマウントフォトダイオードチップ 1 1 にダイボンドする電極 1 2 の下に位置する穴 1 4 を設けている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に絶縁膜を有するフォトダイオードと、このフォトダイオード上にダイボンドされたレーザチップとを備え、上記レーザチップの後面から出射された光を上記フォトダイオードで受光することにより、上記レーザチップの前面から出射される光の出力をモニターする半導体装置において、
上記フォトダイオードチップの絶縁膜に、上記レーザチップを上記フォトダイオードチップにダイボンドする電極の下に位置する穴を設けていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の半導体装置において、上記フォトダイオードチップにおいて上記絶縁膜の穴に面する箇所に、導電型が互いに異なる 2 層の拡散層を形成して、上記レーザチップのアノードと上記フォトダイオードチップの基板とがショートしないようにしていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の半導体装置において、上記 2 層の拡散層のうち表面側の拡散層における拡散深さは $1.5 \sim 4.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 表面に絶縁膜を有するフォトダイオードと、このフォトダイオード上にダイボンドされたレーザチップとを備え、上記レーザチップの後面から出射された光を上記フォトダイオードで受光することにより、上記レーザチップの前面から出射される光の出力をモニターする半導体装置において、
上記フォトダイオードチップの絶縁膜において上記レーザチップと対向する以外の箇所に穴を設けると共に、上記絶縁膜の穴を塞ぐ電極を設け、
上記フォトダイオードチップにおいて上記絶縁膜の穴に面する箇所に、導電型が互いに異なる 2 層の拡散層を形成して、上記レーザチップのアノードと上記フォトダイオードチップの基板とがショートしないようにしていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の半導体装置において、
上記電極において上記レーザチップの下に位置する部分は $\text{Al}/\text{TiW}/\text{Au}/\text{AuSn}$ の 4 層構造であり、上記電極において上記レーザチップの下以外の部分は $\text{Al}/\text{TiW}/\text{Au}$ の 3 層構造であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の半導体装置において、上記 TiW の膜厚は $300 \sim 750 \text{ nm}$ であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置において、
上記電極において上記レーザチップの下の部分は $\text{TiW}/\text{Au}/\text{AuSn}$ の 3 層構造であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】 請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法であって、

上記 AuSn を溶解させるために行うレーザダイボンドの温度は $340 \sim 380^\circ\text{C}$ であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、DVD（デジタル万能ディスク）の読み取り等に用いられる半導体装置としては、図 13 に示すように、シリコンサブマウントフォトダイオードチップ 111 と、このシリコンサブマウントフォトダイオードチップ 111 上にダイボンドされたレーザチップとしての赤色レーザダイオード 13 とを備えたものがある。

【0003】 上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ 111 は、 N^+ 型シリコン基板 1 と、この N^+ 型シリコン基板 1 上の N^- 型シリコンエピタキシャル層 2 と、この N^- 型シリコンエピタキシャル層 2 に形成した受光部としての P 型拡散層 3 と、 N^- 型シリコンエピタキシャル層 2 と P 型拡散層 3 との表面を覆う絶縁膜 104 と、この絶縁膜 104 上に形成された電極 112 とを有している。この電極 112 は、 Al 層 105、 TiW/Au 層 106、および AuSn 層 107 で構成されている。上記 Al 層 105 は P 型拡散層 3 及び N 型拡散層（図示していない）とオーミックコンタクトを取っている。また、上記 TiW/Au 層 106 の TiW 層はバリアメタルとして作用し、 TiW/Au 層 106 の Au 層は TiW 層と AuSn 層 107 との密着性を向上させている。また、上記 AuSn 層 107 は赤色レーザダイオード 13 の図示しない Au 電極に接着させるハンダの役割を持っている。また、上記赤色レーザダイオード 13 は、厚みが $5 \sim 6 \mu\text{m}$ の P 型層 8 と、厚みが約 $110 \mu\text{m}$ の N 型層 9 とからなり、 654 nm のレーザ光を出射する。

【0004】 上記従来の半導体装置を製造する場合、電極 112 上に赤色レーザダイオード 13 を乗せ、 $380 \sim 400^\circ\text{C}$ 、12 秒の熱を加えることにより、 AuSn 層 107 と赤色レーザダイオード 13 の Au 電極（図示せず）と溶着させている。上記赤色レーザダイオード 13 は熱的に弱いために、高温下で長時間使用すると、所望の光出力を得るために必要な動作電流が素子の劣化により徐々に増加する。そうすると、上記赤色レーザダイオード 13 は熱暴走により熱破壊される。このような熱破壊を防ぐために、P 型層 8 の厚みを薄くして熱抵抗を下げているのである。

【0005】 図 14 に、上記従来の半導体装置を上方から見た平面図を示している。なお、図 14 では、上記赤

10

20

30

40

50

色レーザダイオード 13 は 2 点鎖線で図示している。

【0006】上記構成の半導体装置では、図 14 に示すように、AuSn 層 107 上に赤色レーザダイオード 13 が乗せられていて、赤色レーザダイオード 13 の後面から出射された光を P 型拡散層 3 で受光することにより、赤色レーザダイオード 13 の前面から出射される光の出力をモニターする。つまり、上記赤色レーザダイオード 13 の後面から出射された光に基づいて、赤色レーザダイオード 13 の前面における光出力をモニターする。

【0007】そして、上記半導体装置の等価回路は、図 15 に示すように、シリコンサブマウントフォトダイオードチップ 111 に対応するフォトダイオード 1110 と、赤色レーザダイオード 13 とがカソードコモンで接続されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の半導体装置を周囲温度 80℃ 以上で使用した場合、赤色レーザダイオード 13 は、バンドギャップ構造が赤外レーザダイオードと異なるため、高温下での光出力の効率が落ちてしまう。その結果、上記赤色レーザダイオード 13 の動作電流が増大し、そのまま赤色レーザダイオード 13 に電圧を印加し続けると熱破壊に至ることがあるという問題がある。

【0009】そこで、本発明の課題は、レーザチップの熱破壊を阻止することができる半導体装置およびその製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するには、レーザチップの発光効率を上げるか、または、サブマウントフォトダイオードの放熱を改善するかして熱抵抗を低減すればよい。本発明は、後者の放熱の改善に関するものでレーザチップをダイボンドする電極直下の絶縁膜に穴を開けて熱抵抗を低減するものである。

【0011】つまり、本発明の半導体装置は、表面に絶縁膜を有するフォトダイオードと、このフォトダイオード上にダイボンドされたレーザチップとを備え、上記レーザチップの後面から出射された光を上記フォトダイオードで受光することにより、上記レーザチップの前面から出射される光の出力をモニターする半導体装置において、上記フォトダイオードチップの絶縁膜に、上記レーザチップを上記フォトダイオードチップにダイボンドする電極の下に位置する穴を設けていることを特徴としている。

【0012】上記構成の半導体装置によれば、上記フォトダイオードチップの絶縁膜には、レーザチップをフォトダイオードチップにダイボンドする電極の下に位置する穴を設けているから、電極の下では絶縁膜が存在せず、熱抵抗が低減される。したがって、高温下で使用しても、レーザチップの熱が効率よく放出され、レーザチ

ップが熱暴走するのを阻止することができる。

【0013】例えば、上記絶縁膜として SiO₂ を用いた場合、Si の熱伝導率は 1.5 W/cm℃ であるのに対して、SiO₂ の熱伝導率は 0.014 W/cm℃ である。つまり、SiO₂ の熱伝導率は Si の熱伝導率に比べて 2 桁も悪いのである。

【0014】一実施形態の半導体装置は、上記フォトダイオードチップにおいて上記絶縁膜の穴に面する箇所に、導電型が互いに異なる 2 層の拡散層を形成して、上記レーザチップのアノードと上記フォトダイオードチップの基板とがショートしないようにしている。

【0015】上記一実施形態の半導体装置によれば、上記フォトダイオードチップにおいて絶縁膜の穴に面する箇所に、導電型が互いに異なる 2 層の拡散層を形成して、レーザチップのアノードとフォトダイオードチップの基板とがショートしないようにしているから、レーザチップからレーザ光を確実に出射させることができる。

【0016】一実施形態の半導体装置は、上記 2 層の拡散層のうち表面側の拡散層における拡散深さは 1.5 ~ 4.0 μm である。

【0017】上記一実施形態の半導体装置によれば、上記レーザチップをフォトダイオードチップ上にダイボンドする時、溶けた電極がフォトダイオードチップの基板に向かって突出することがある。このとき、上記 2 層の拡散層のうち表面側の拡散層における拡散深さが 1.5 ~ 4.0 μm に設定されていると、溶けた電極は、2 層の拡散層のうち内部側の拡散層にまで達しない。したがって、上記電極が 2 層の拡散層のうち内部側の拡散層と短絡するのを防止することができる。

【0018】また、上記 2 層の拡散層のうち表面側の拡散層における拡散深さが 1.5 μm 未満であると、溶けた電極は、2 層の拡散層のうち内部側の拡散層にまで達してしまう。すなわち、上記電極が 2 層の拡散層のうち内部側の拡散層と短絡するのを阻止できない。

【0019】また、上記 2 層の拡散層のうち表面側の拡散層における拡散深さが 4.0 μm を越えるようにするには、内部側の拡散層を 5.0 μm 以上に設定しなければならず、上記 2 層の拡散層の拡散時間が長くなってしまう。

【0020】本発明の半導体装置は、表面に絶縁膜を有するフォトダイオードと、このフォトダイオード上にダイボンドされたレーザチップとを備え、上記レーザチップの後面から出射された光を上記フォトダイオードで受光することにより、上記レーザチップの前面から出射される光の出力をモニターする半導体装置において、上記フォトダイオードチップの絶縁膜において上記レーザチップと対向する以外の箇所に穴を設けると共に、上記絶縁膜の穴を塞ぐ電極を設け、上記フォトダイオードチップにおいて上記絶縁膜の穴に面する箇所に、導電型が互いに異なる 2 層の拡散層を形成して、上記レーザチップ

のアノードと上記フォトダイオードチップの基板とがショートしないようにしていることを特徴としている。

【0021】上記構成の半導体装置によれば、上記フォトダイオードチップの絶縁膜においてレーザチップと対向する以外の箇所に穴を設けると共に、絶縁膜の穴を塞ぐ電極を設けているから、レーザチップの熱を、熱伝導率悪い絶縁膜を介さずにAu等の電極を通じてフォトダイオードチップに伝えることができる。したがって、高温下で使用しても、レーザチップの熱が効率よく放出され、レーザチップが熱暴走するのを阻止することができる。

【0022】上記フォトダイオードチップにおいて絶縁膜の穴に面する箇所に、導電型が互いに異なる2層の拡散層を形成して、レーザチップのアノードとフォトダイオードチップの基板とがショートしないようにしているから、レーザチップからレーザ光を確実に射出させることができる。

【0023】一実施形態の半導体装置は、上記電極において上記レーザチップの下に位置する部分はAl/TiW/Au/AuSnの4層構造であり、上記電極において上記レーザチップの下以外の部分はAl/TiW/Auの3層構造である。

【0024】上記一実施形態の半導体装置によれば、上記レーザチップの下では電極がAl/TiW/Au/AuSnの4層構造であるから、電極のAuSn層をレーザチップの例えばAu電極に接着することにより、電極とレーザチップとの密着性を向上させることができる。

【0025】一実施形態の半導体装置は、上記TiWの膜厚は300～750nmである。

【0026】上記一実施形態の半導体装置によれば、上記TiWの膜厚を300～750nmに設定することにより、溶けたAuSn層がTiW層を突き抜けることができず、AuSn層とAl層が接触して反応するの防止できる。

【0027】また、上記TiW層の膜厚を300nm未満に設定すると、AuSn層はTiW層を突き抜けてしまう。

【0028】また、上記TiW層の膜厚を750nmを越えるように設定すると、TiW層にクラックが生じてしまう。

【0029】本発明の半導体装置の製造方法は、上記AuSnを溶解させるために行うレーザーダイボンドの温度は340～380℃であることを特徴としている。

【0030】上記構成の半導体装置の製造方法によれば、上記レーザーダイボンドの温度を340～380℃であることにより、電極を十分に溶解させることができ、電極とレーザチップとの接着強度を向上できる。

【0031】また、上記レーザーダイボンドの温度が340℃未満であると、電極を十分に溶解させることができず、電極とレーザチップとの接着強度が低下してしま

う。

【0032】また、上記レーザーダイボンドの温度が380℃を越えると、溶けた電極がフォトダイオードチップの基板に向かってより深く突出してしまう。

【0033】一実施形態の半導体装置は、上記電極において上記レーザチップの下部分はTiW/Au/AuSnの3層構造である。

【0034】上記一実施形態の半導体装置によれば、上記電極においてレーザチップの下部分はTiW/Au/AuSnの3層構造であるから、電極においてレーザチップの下部分はAl層を有しておらずAuSn層とAl層との接触反応は生じない。つまり、この構造では420℃でレーザーダイボンドしてもAuSn層は内側の拡散層に達しない。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の半導体装置およびその製造方法を図示の実施の形態により詳細に説明する。ここでは、DVDの読み取り等に使用されるDVD用半導体装置の実施の形態について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0036】（第1の実施の形態）図1に、本発明の第1の実施の形態のDVD用半導体装置の概略断面図を示す。なお、図13に示す従来例と同一構成部は、同一参照番号を付して説明を省略するか、あるいは、同一参照番号付して簡単に説明する。

【0037】上記半導体装置は、図1に示すように、シリコンサブマウントフォトダイオードチップ11と、このシリコンサブマウントフォトダイオードチップ11上にダイボンドされたレーザチップとしての赤色レーザダイオード13とを備えている。上記半導体装置は、赤色レーザダイオード13の後面13bから出射された光をP型拡散層3で受けることにより、赤色レーザダイオード13の前面13aから出射される光の出力をモニターする。すなわち、上記半導体装置は、赤色レーザダイオード13の後面13bから出射された光に基づいて、赤色レーザダイオード13の前面13aにおける光出力をモニターしている。

【0038】上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ11は、N⁺型シリコン基板1と、このN⁺型シリコン基板1上のN⁻型シリコンエピタキシャル層2と、このN⁻型シリコンエピタキシャル層2に形成した受光部としてのP型拡散層3と、N⁻型シリコンエピタキシャル層2とP型拡散層3との表面を覆う絶縁膜4と、この絶縁膜4上に形成された電極12とを有している。この電極12において赤色レーザダイオード13の真下の部分は、Al層5、TiW/Au層6、およびAuSn層7で構成されている。なお、図1ではTiW/Au層6が一層であるかのように図示しているが、TiW/Au層6はTiW層とAu層の2層からなってい

る。

【0039】図2に、上記半導体装置を上方からみた概略平面図を示す。なお、上記赤色レーザダイオード13は2点鎖線で図示している。

【0040】図2に示すように、上記電極12において赤色レーザダイオード13の真下以外の部分は、A1層5とTiW/Au層6とで構成されている。また、上記絶縁膜4において赤色レーザダイオード13の真下の部分には穴14が形成されていて、この穴14をA1層5が塞いでいる(図1参照)。これにより、上記A1層5が、直接、N⁻型シリコンエピタキシャル層2に接している。なお、16はカソード電極、19はアノード電極であり、17、18はコンタクトホールである。

【0041】上記構成の半導体装置の等価回路は図3に示すような回路になり、図15の従来例の等価回路と比べると、シリコンサブマウントフォトダイオードチップ11に対応するフォトダイオード110の向きは同じであるが、赤色レーザダイオード13の向きが逆になる。つまり、上記フォトダイオード110と赤色レーザダイオード13とはカソードコモンで接続されていない。

【0042】上記構成の半導体装置によれば、絶縁膜4において赤色レーザダイオード13の真下の部分に穴14が形成されているから、赤色レーザダイオード13の真下では絶縁膜4が存在せず、熱抵抗が低減される。その結果、高温下で使用しても、赤色レーザダイオード13の熱が絶縁膜4の穴14から効率よく放出され、レーザチップが熱暴走するのを阻止することができる。

【0043】上記第1の実施の形態の半導体装置では、N⁺型シリコン基板やN⁻型シリコンエピタキシャル層2を用いていたが、シリコン以外の基板、エピタキシャル層を用いてもよい。また、N型基板を用いる代わりにP型基板を用いても、本発明から逸脱するものではない。

【0044】(第2の実施の形態) 図4は本発明の第2の実施の形態のDVD用半導体装置の概略断面図であり、図5は上記半導体装置を上方から見た概略平面図である。なお、図1に示す第1の実施の形態と同一構成部は、同一参照番号を付して説明を省略するか、あるいは、同一参照番号付して簡単に説明する。

【0045】上記半導体装置は、図13の従来例の構造と同じカソードコモンにするため、図4に示すようになっている。

【0046】具体的には、上記半導体装置は、シリコンサブマウントフォトダイオードチップ31を有している。このシリコンサブマウントフォトダイオードチップ31は、N⁺型シリコン基板1と、このN⁺型シリコン基板1上のN⁻型シリコンエピタキシャル層22と、このN⁻型シリコンエピタキシャル層22に形成した受光部としてのP型拡散層23と、N⁻型シリコンエピタキシャル層22とP型拡散層23との表面を覆う絶縁膜4と、この絶縁膜4上に形成された電極12とを有している。また、上記N⁻型シリコンエピタキシャル層22に

において、絶縁膜4の穴14に面する箇所に2重拡散構造が形成されている。上記2重拡散構造は、P型拡散層34と、P型拡散層34上に形成されたN型拡散層35とで構成している。上記P型拡散層34は、図5に示すように、カソード電極16でN⁻型シリコンエピタキシャル層22と短絡している。

【0047】図6に、上記半導体装置の等価回路を示している。図6に示すように、上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ31に対応するフォトダイオード310と赤色レーザダイオード13とがカソードコモンで接続されている。また、上記2重拡散構造、つまりP型拡散層34とN型拡散層35とからなるダイオード61のアノードは、赤色レーザダイオード13のカソードと接続される。また、上記ダイオード61のカソードは、赤色レーザダイオード13のアノードと接続される。

【0048】上記構成の半導体装置によれば、N⁻型シリコンエピタキシャル層22において絶縁膜4の穴14に面する箇所に2重拡散構造が形成されているから、赤色レーザダイオード13のP型層8に正の電位を加えても、P型拡散層34とN型拡散層35とで構成されるダイオード61は逆バイアスされ、赤色レーザダイオード13はN⁻型シリコンエピタキシャル層22とショートしない。したがって、上記フォトダイオード310と赤色レーザダイオード13とがカソードコモンで接続された状態でも、赤色レーザダイオード13を確実に点灯させることができる。

【0049】一方、上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ31と赤色レーザダイオード13とをAuSn層7で接着する場合、レーザダイボンドを行ってAuSn層7を溶解させている。しかし、条件によっては、溶けたAuSn層7がバリヤ層であるTiW/Au層6を突き破り、A1層5と反応し、N⁻型シリコンエピタキシャル層22へ向かって急速に拡散し、ついにはP型拡散層34とN型拡散層35との接合面を突き破ることがある。これにより、上記AuSn層7とP型拡散層34が短絡することがある。このような短絡を防止するには、TiW/Au層6のTiW層の膜厚を以下のように設定するか、または、N型拡散層35の拡散深さを以下の のように設定するか、または、レーザダイボンドの温度を以下の のように設定するのが望ましい。さらに、以下の ～ の条件を組み合わせることがなお望ましい。

【0050】 上記A1層5とP型拡散層34との短絡を阻止する上で、TiW/Au層6を構成するTiW層の膜厚は300～750nmに設定するのが望ましい。

【0051】また、上記TiW層の膜厚を300nm未満に設定すると、AuSn層7はTiW層を突き抜けてしまう。すなわち、いわゆるバリア層突き抜けが発生し

てしまう。

【0052】また、上記TiW層の膜厚が750nmを越えると、TiW層にクラックが生じてしまう。

【0053】上記Al層5とP型拡散層34との短絡を防ぐ上で、N型拡散層35の拡散深さは1.5～4.0μmに設定するのが望ましい。

【0054】また、上記N型拡散層35の拡散深さを1.5μm未満に設定すると、AuSn層7がTiW/Au層6を突き破ってAl層5の反応した場合、そのAl層5と反応したAuSn層7が突出するときの深さ（いわゆるスパイクの深さ）よりも、N型拡散層35の拡散深さが浅くなってしまう。その結果、Al層5と反応したAuSn層7が、P型拡散層34とN型拡散層35との接合面を突き破り、P型拡散層34と短絡してしまう。

【0055】また、上記N型拡散層35の拡散深さが4.0μmを越えると、P型拡散層34を5.0μm以上に設定する必要が生じ、拡散に時間がかかってしまう。また、上記P型拡散層34はN⁻型シリコンエピタキシャル層22に比べ濃度が2～3桁高いので拡散深さが5μm以上深くなると、光によって表面付近で発生した電子正孔対が再結合して、モニター電流が低下してしまう。

【0056】上記Al層5とP型拡散層34との短絡を防止する上で、レーザダイボンドの温度は340～380℃に設定するのが望ましい。

【0057】また、上記レーザダイボンドの温度が340℃未満であると、AuSn層7を十分に溶解させることができず、AuSn層7と赤色レーザダイオード13との接着強度が低下してしまう。

【0058】また、上記レーザダイボンドの温度が380℃を越えると、AuSn層7がTiW層を突き破ってAlと反応したときのスパイクの深さが、より深くなってしまう。

【0059】また、上記第2の実施の形態の半導体装置においても、赤色レーザダイオード13の熱破壊を阻止できるのは言うまでもない。

【0060】（第3の実施の形態）図7は本発明の第3の実施の形態のDVD用半導体装置の概略断面図であり、図8は上記半導体装置を上方から見た概略平面図である。なお、図4に示す第2の実施の形態と同一構成部は、同一参照番号を付して説明を省略するか、あるいは、同一参照番号付して簡単に説明する。

【0061】上記半導体装置は、図7に示すように、絶縁膜4の穴14内のAl層をなくしたことが第2の実施の形態と異なる。

【0062】具体的には、上記半導体装置が有するシリコンサブマウントフォトダイオードチップ51は、N⁺型シリコン基板1と、このN⁺型シリコン基板1上のN⁻型シリコンエピタキシャル層22と、このN⁻型シリコ

ンエピタキシャル層22に形成した受光部としてのP型拡散層23と、N⁻型シリコンエピタキシャル層22とP型拡散層23との表面を覆う絶縁膜4と、この絶縁膜4上に形成された電極12とを有している。シリコンサブマウントフォトダイオードチップ51は、N⁺型シリコン基板1、N⁻型シリコンエピタキシャル層22、絶縁膜4、および電極32を備えている。この電極32において赤色レーザダイオード13の真下の部分はTiW/Au層26とAuSn層27とからなり、TiW/Au層26が絶縁膜4の穴14を塞いでいる。

【0063】一方、図8に示すように、上記電極32において赤色レーザダイオード13の真下以外の部分は、Al層25とTiW/Au層26とで構成されている。上記Al層25は、絶縁膜4の穴14を塞がないようにパターンニングされている。

【0064】また、上記構成の半導体装置の等価回路は図9に示すような回路になる。図9に示すように、上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ51に対応するフォトダイオード510と、赤色レーザダイオード13とがカソードコモンで接続されている。また、上記2重拡散構造からなるダイオード91が接地されており、このダイオード91のアノードと赤色レーザダイオード13のカソードが同電位になっている。なお、92は、抵抗であり、TiW/Au層26とN型拡散層35とのコンタクト抵抗を擬似的に示している。

【0065】上記構成の半導体装置によれば、レーザダイボンドでAuSn層27がTiW/Au層26を突き破ってもAlとの反応を阻止できる。このAuSn層27とAlと反応しないことにより、AuSn層27のスパイクの深さは、400～420℃のレーザダイボンドを行っても、P型拡散層34とN型拡散層35の接合面の深さを越えない。つまり、上記AuSn層27は、P型拡散層34とN型拡散層35の接合面を突き抜けない。

【0066】また、上記TiW/Au層26とN型拡散層35は完全なオーミックコンタクトがとれず、半導体装置の等価回路は図9に示すような回路になっているが、ダイオード91は逆バイアスでしか使用しないため、オーミックコンタクトが取れなくても何ら問題ない。

【0067】また、上記第3の実施の形態の半導体装置においても、赤色レーザダイオード13の熱破壊を阻止できるのは言うまでもない。

【0068】（第4の実施の形態）図10は本発明の第4の実施の形態のDVD用半導体装置の概略断面図であり、図11は上記半導体装置を上方から見た概略平面図である。なお、図7に示す第3の実施の形態と同一構成部には、同一参照番号を付して説明を省略するか、あるいは、同一参照番号付して簡単に説明する。

【0069】上記半導体装置は、図10に示すように、

10

20

30

40

50

N⁺型シリコン基板 1、N⁻型シリコンエピタキシャル層 4 2、絶縁膜 4 4、および電極 5 2を有するシリコンサブマウントフォトダイオードチップ 7 1を備えている。上記N⁻型シリコンエピタキシャル層 4 2には、受光部としてのP型拡散層 4 3と2重拡散構造とを形成している。この2重拡散構造は、P型拡散層 5 4と、P型拡散層 5 4上に形成されたN型拡散層 5 5とからなる。また、上記2重拡散構造は、N⁻型シリコンエピタキシャル層 4 2において赤色レーザダイオード 1 3の真下以外の部分に形成されている。つまり、上記N⁻型シリコンエピタキシャル層 4 2において赤色レーザダイオード 1 3の真下の部分には2重拡散構造を形成していないのである。また、上記電極 5 2において赤色レーザダイオード 1 3の真下の部分は、Al層 4 5、TiW/Au層 4 6、およびAuSn層 4 7で構成されている。

【0070】一方、図11に示すように、上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ 7 1の絶縁膜 4 4において、赤色レーザダイオード 1 3と対向する以外の箇所のみに穴 6 4を設けている。この絶縁膜 4 4の穴 6 4に2重拡散構造が面している。そして、上記電極 5 2において赤色レーザダイオード 1 3の真下以外の部分はAl層 4 5とTiW/Au層 4 6とで構成されていて、絶縁膜 4 4の穴 6 4を電極 5 2のAl層 4 5が塞いでいる。すなわち、上記絶縁膜 4 4の穴 6 4は、AuSn層 4 7と重ならないように形成されていて、赤色レーザダイオード 1 3の真下に位置していない。

【0071】また、上記構成の半導体装置の等価回路は図12に示すような回路になる。図12に示すように、上記シリコンサブマウントフォトダイオードチップ 7 1に対応するフォトダイオード 7 10と、赤色レーザダイオード 1 3とがカソードコモンで接続されている。また、上記2重拡散構造からなるダイオード 1 2 1が接地されており、このダイオード 1 2 1のアノードと赤色レーザダイオード 1 3のカソードが同電位になっている。

【0072】上記構成の半導体装置によれば、AuSn層 4 7が、TiW/Au層 4 6のTiW層を突き破り、Al層 4 5と反応した場合でも、AuSn層 4 7の直下には穴 6 4や2重拡散構造が形成されていないから、AuSn層 4 7とP型拡散層 5 4との短絡が発生しない。

【0073】また、電極 5 2が絶縁膜 4 4の穴 6 4を塞いでいる部分はAuSn層 4 7がないため、この部分でAuSn層 4 7がP型拡散層 5 4と短絡することはない。

【0074】また、上記第4の実施の形態の半導体装置においても、赤色レーザダイオード 1 3の熱破壊を阻止できるのは言うまでもない。

【0075】

【発明の効果】以上より明らかなように、本発明の半導体装置は、絶縁膜においてレーザチップの真下の部分に

穴を形成しているので、熱抵抗は図13の従来例に比べ30～50%低減され、レーザチップの熱暴走を防止できる。

【0076】また、上記半導体装置をDVD用ピックアップに用いれば、高温下で動作するDVD用ピックアップを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の第1の実施の形態のDVD用半導体装置の構造を示す概略断面図である。

10 【図2】 図2は上記第1の実施の形態のDVD用半導体装置の概略平面図である。

【図3】 図3は上記第1の実施の形態のDVD用半導体装置の等価回路図である。

【図4】 図4は本発明の第2の実施の形態のDVD用半導体装置の構造を示す概略断面図である。

【図5】 図5は上記第2の実施の形態のDVD用半導体装置の概略平面図である。

【図6】 図6は上記第2の実施の形態のDVD用半導体装置の等価回路図である。

20 【図7】 図7は本発明の第3の実施の形態のDVD用半導体装置の構造を示す概略断面図である。

【図8】 図8は上記第3の実施の形態のDVD用半導体装置の概略平面図である。

【図9】 図9は上記第3の実施の形態のDVD用半導体装置の等価回路図である。

【図10】 図10は本発明の第4の実施の形態のDVD用半導体装置の構造を示す概略断面図である。

【図11】 図11は上記第4の実施の形態のDVD用半導体装置の概略平面図である。

30 【図12】 図12は上記第4の実施の形態のDVD用半導体装置の等価回路図である。

【図13】 図13は従来のDVD用半導体装置の構造を示す概略断面図である。

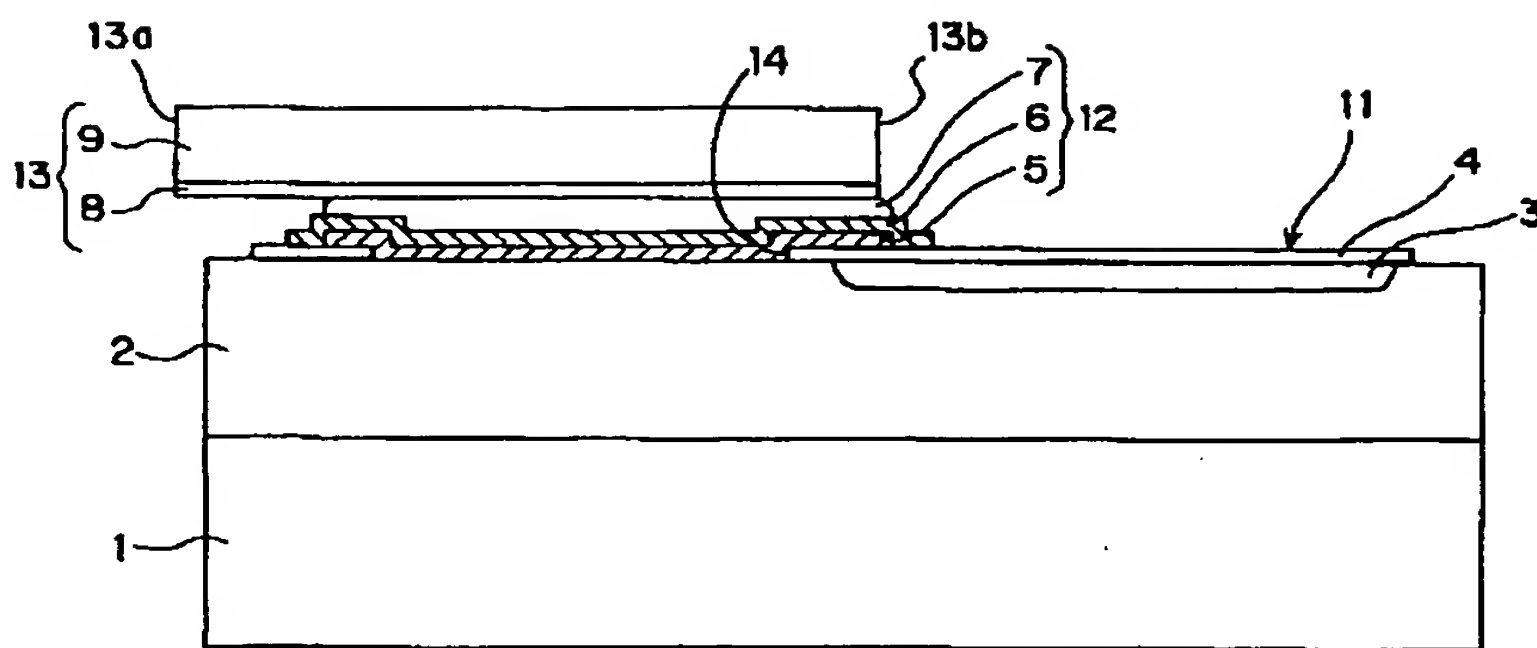
【図14】 図14は上記従来のDVD用半導体装置の概略平面図である。

【図15】 図15は上記従来のDVD用半導体装置の等価回路図である。

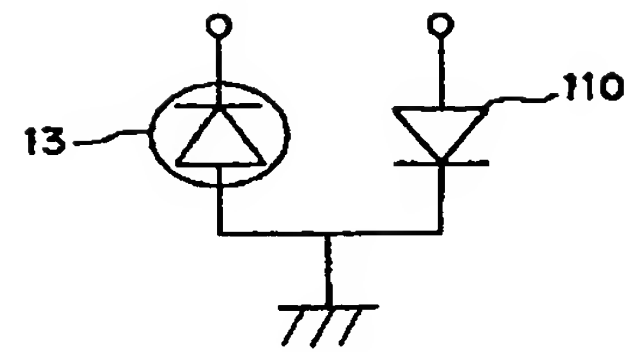
【符号の説明】

1	N ⁺ 型シリコン基板
2, 2 2, 4 2	N ⁻ 型シリコンエピタキシャル層
3, 2 3, 4 3	P型拡散層
4, 4 4	絶縁膜
1 1, 3 1, 5 1, 7 1	シリコンサブマウントフォトダイオードチップ
1 2, 3 2, 5 2	電極
1 3	赤色レーザダイオード
1 4, 6 4	穴
3 4, 5 4	P型拡散層
3 5, 5 5	N型拡散層

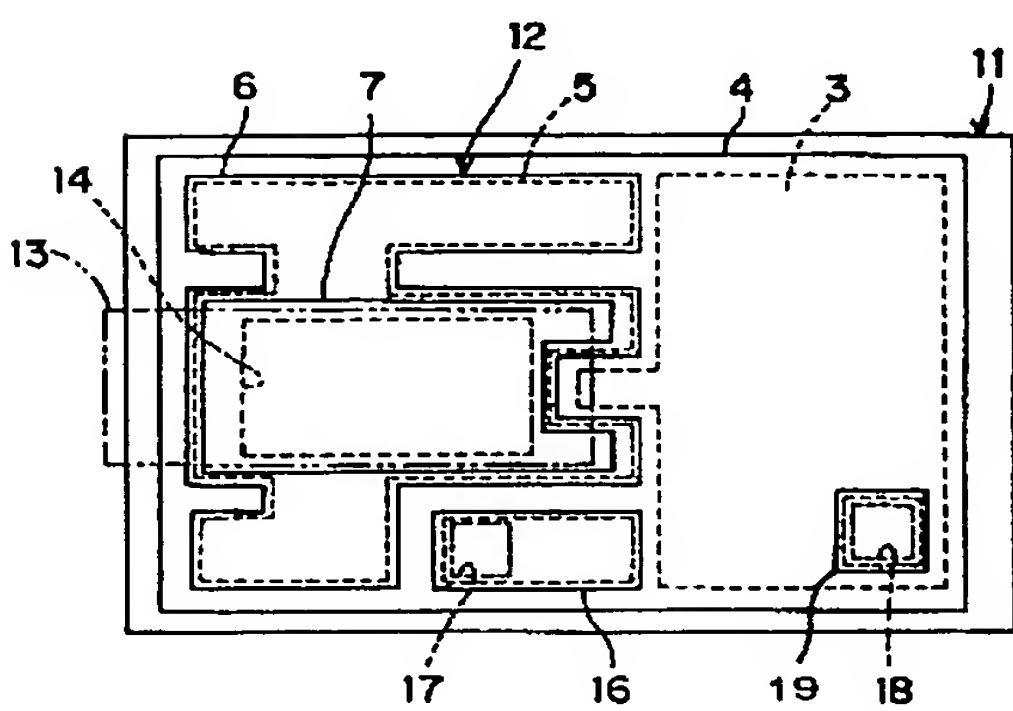
【図 1】



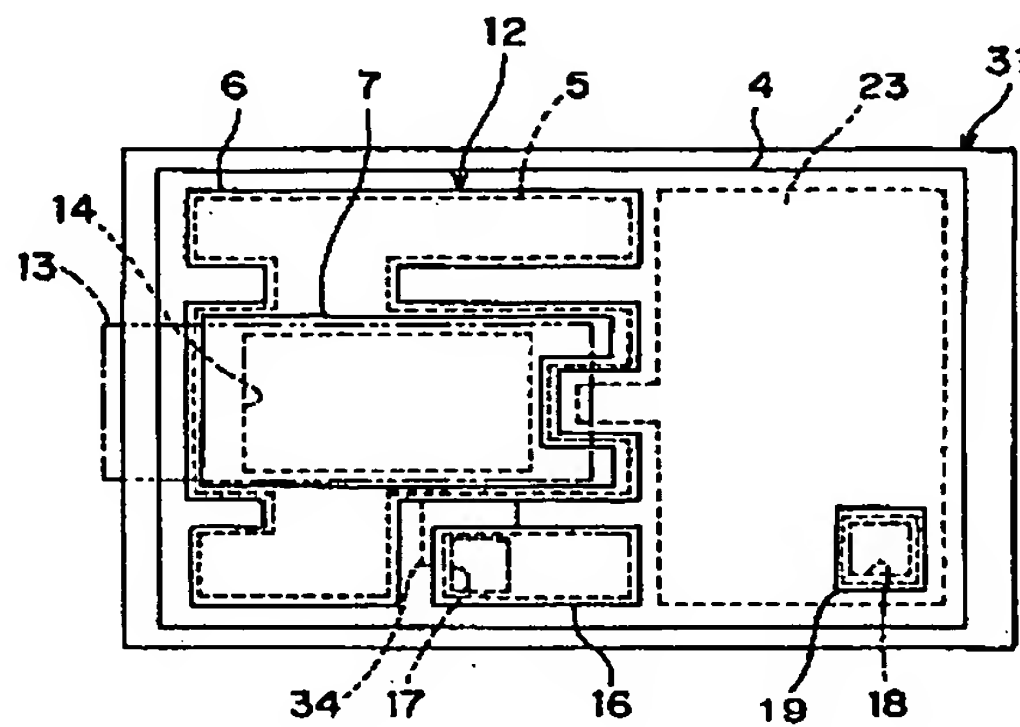
【図 3】



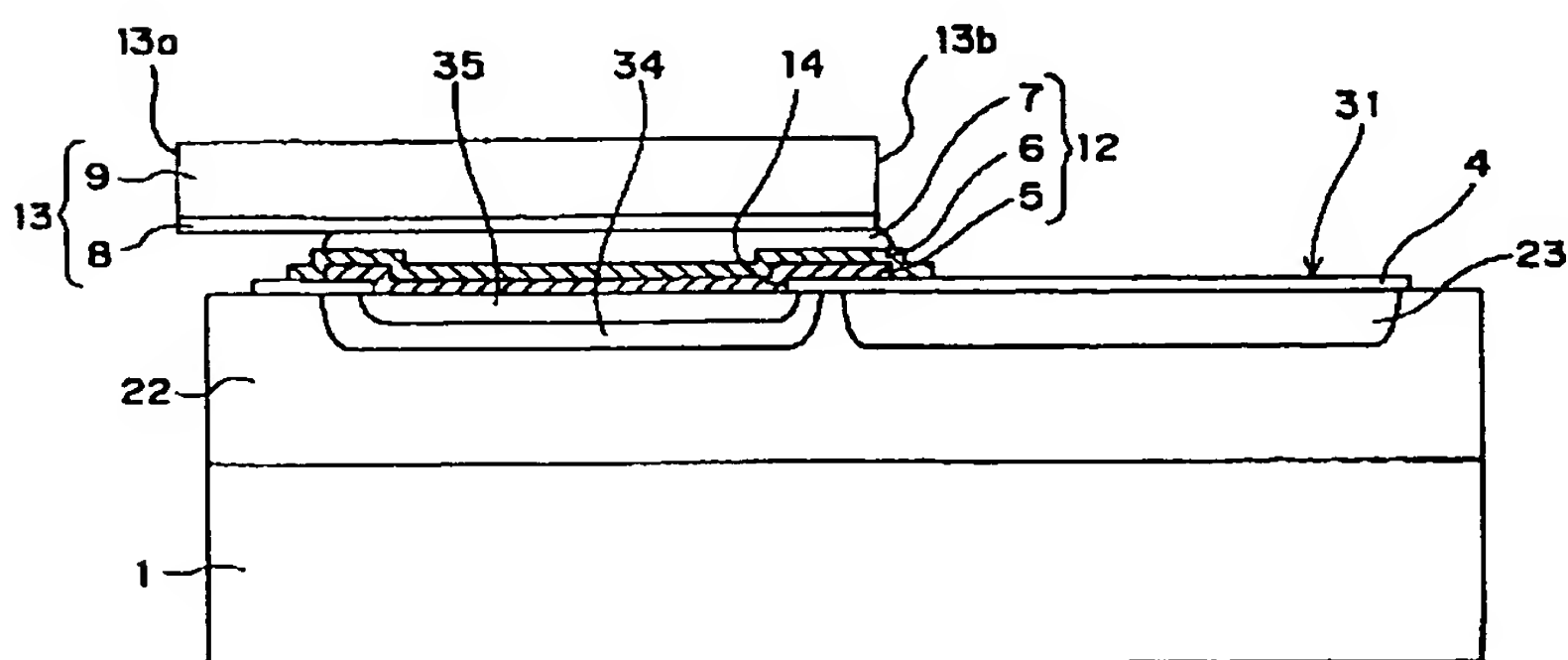
【図 2】



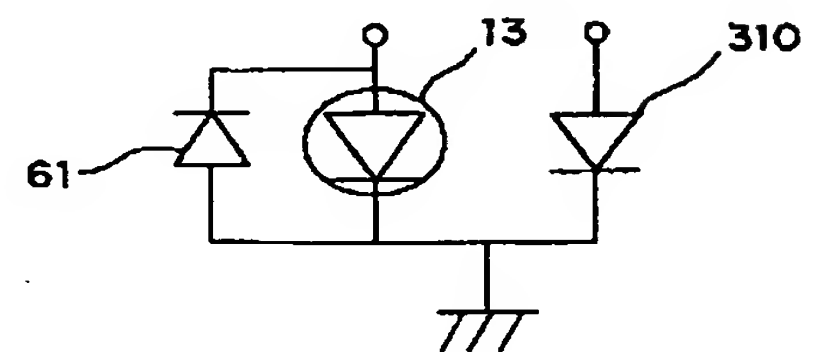
【図 5】



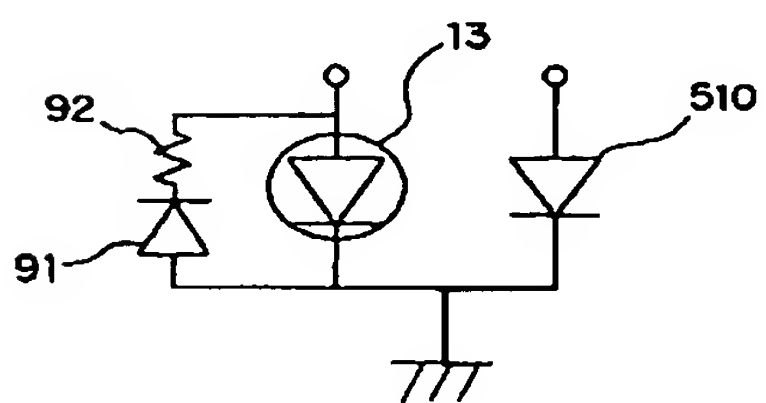
【図 4】



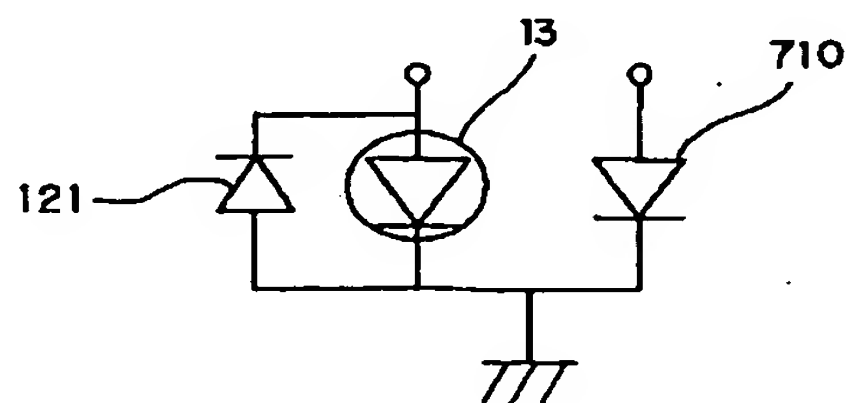
【図 6】



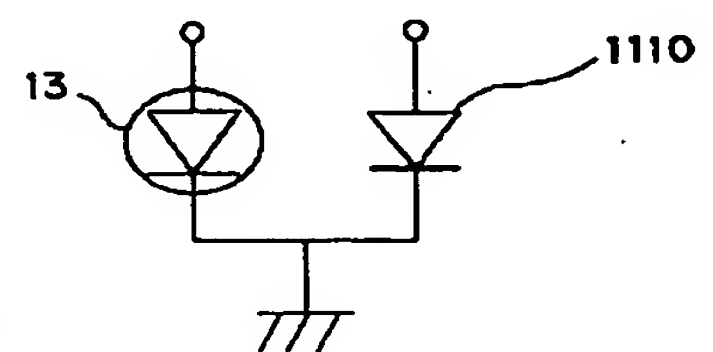
【図 9】



【図 12】

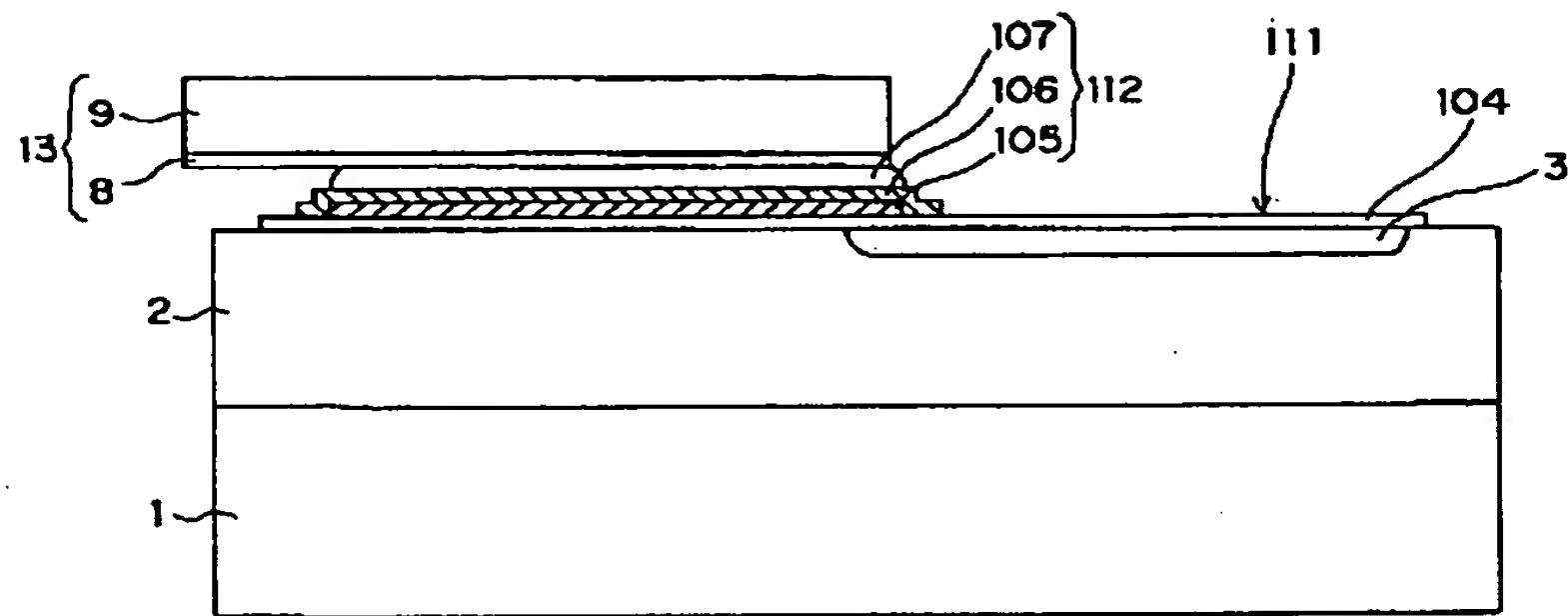


【図 15】



[illegible]

【図 13】



【図 14】

